

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-208495

(43)Date of publication of application : 03.08.2001

(51)Int.Cl. F28F 1/40

(21)Application number : 2000-016236 (71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

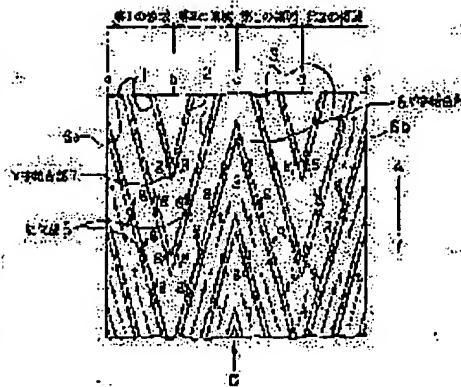
(22)Date of filing : 25.01.2000 (72)Inventor : SUZUKI YOSHIO

## (54) INTERNALLY GROOVED HEAT EXCHANGER TUBE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an internally grooved heat exchanger tube which exhibits superior evaporation performance and coagulation performance as a whole.

**SOLUTION:** This internally grooved heat transfer tube is constituted in such a way that first areas, each of which is constituted of a plurality of fins 1 arranged at a prescribed angle  $\alpha 1$  from the axial direction A of the tube, and second areas, each of which is constituted of a plurality of fins 2 arranged at a prescribed angle  $\alpha 2$  from the axial direction A, are alternately arranged in the circumferential direction on the internal surface of a metallic tube, and the fins 1 and 2 are coupled with each other in V-shapes between the first and second areas. In the heat exchanger tube, notches 5 are formed at prescribed spots of the fins 1 and 2.





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】金属管の内面の円周方向において、前記金属管の軸方向と所定の角度を有して形成された複数のフィンより構成される第1の領域と、前記軸方向と所定の角度を有して形成され、前記第1の領域の前記フィンとの間で前記軸方向に対してV字を形成した複数のフィンより構成される第2の領域を備え、前記第1および第2の領域を構成する前記複数のフィンは、所定の個所に切欠部を有することを特徴とする内面溝付伝熱管。

【請求項2】前記切欠部は、前記第1および第2の領域の前記所定の角度と対向する所定の角度によって形成される直線上に設けられることを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項3】前記対向する所定の角度は、前記第1および第2の領域において前記複数のフィンを形成した前記所定の角度と絶対値が同じであることを特徴とする請求項2項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項4】前記第1および第2の領域において前記複数のフィンが形成した前記所定の角度は、 $15 \sim 40^\circ$ であることを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項5】前記複数のフィンは、 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$ の高さを有することを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項6】前記切欠部は、前記複数のフィンの上部より前記複数のフィンの高さの40%以下の深さに形成されることを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項7】前記複数のフィンへの前記切欠部の形成ピッチは、前記複数のフィンの形成ピッチの1～3倍であることを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項8】前記円周方向における前記第1および第2の領域は、合計で3～8個形成されることを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項9】前記円周方向における前記第1および第2の領域は、合計数を奇数に設定されることを特徴とする請求項8項記載の内面溝付伝熱管。

【請求項10】前記金属管は、前記第1および第2の領域の境界部に前記軸方向に沿う溝を有することを特徴とする請求項1項記載の内面溝付伝熱管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内面溝付伝熱管に関し、特に、伝熱管全体において蒸発および凝縮性能に優れる内面溝付伝熱管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】空気調和機あるいは冷凍機等の熱交換器には、相変化する冷媒を管内に流通させて冷媒の蒸発あるいは凝縮を生じさせる伝熱管が使用されており、これ

には、たとえばルームエアコンの熱交換器等においては、冷媒の蒸発と凝縮による伝熱効率を高めるために内面に溝部を形成した内面溝付伝熱管が使用されている。

【0003】一方、内面溝付伝熱管に使用される冷媒としては、これまでフロンR22（HFC-22）が使用されてきたが、地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨、あるいは海洋汚染などの地球環境上の観点から、2020年にはその99.5%が削減されることが決定しており、事実上使用禁止となる。

10 【0004】このため現在においては、パッケージエアコンにはR407Cが、ルームエアコンにはR410Aが代替冷媒として使用されている。これらの冷媒は、2種類あるいは3種類の冷媒を混合して作られており、R407Cは、R32R、R125およびR134aの混合体、R410Aは、R32とR125の半々ずつの混合体より作られている。

【0005】R407Cは、R22とほぼ同じ物性値を有し、混合された各成分が異なった温度で蒸発、凝縮する非共沸性を示すことによって特徴づけられ、一方、R410Aは、ほぼ共沸性であるために伝熱性能の低下はないが、圧力がR22の1.6倍となる高圧性によって特徴づけられる。従って、これらの冷媒の蒸発と凝縮のために使用される伝熱管としては、従来のR22型におけるような螺旋状の連続溝付伝熱管では不充分であり、新しい構成の溝付伝熱管が必要となる。

【0006】新しい構成の溝付伝熱管として、伝熱管の軸方向にV字型に互いに向き合う複数のフィンを形成し、これらのV字のフィン群を伝熱管の円周方向に1～3組配列した伝熱管が提案されている（特開平9-42880号、特開平8-318312号等）。

【0007】図4は、V字フィンを有する内面溝付伝熱管の一部の内面を円周方向に展開して示したものである。伝熱管の軸方向Aに対して所定の角度 $\beta_1$ を有して形成された複数のフィン1より構成される第1の領域と、軸方向Aに対して所定の角度 $\beta_2$ を有して形成され、フィン1との間で軸方向Aに対してV字を形成した複数のフィン2より構成される第2の領域を円周方向に交互に配置した構成を有する。

【0008】このタイプの伝熱管は、フィン1、1および2、2より構成される傾斜溝3に冷媒を流し、V字結合部において冷媒を衝突させ、これより生ずる冷媒流の乱れを利用して伝熱性を高めるもので、伝熱管の円周方向に冷媒液の偏りを生じさせることで冷媒の薄膜を生成させ、これによって伝熱性能を向上させるところに特徴がある（第34回日本伝熱シンポジウム講演論文集1997-5、「対称形状内面溝付管による3成分非共沸混合冷媒の伝熱促進」より）。V字に形成された傾斜溝3は、冷媒液の偏りを生成させることでの伝熱性能への寄与が大きく、特に、凝縮性能の向上において大きな効果を発揮する。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のV字傾斜溝を有した内面溝付伝熱管によると、蒸発性能が充分でなく、システム化した場合にCOPの低下を招くようになる。蒸発性能の不足は、以下の理由による。即ち、図4において、冷媒がB方向に流れると、傾斜溝3には矢印f方向の冷媒流が発生するが、このとき、cのラインのV字結合部6、および溶接されるa-eの合わせ目に形成されるV字結合部6a-6bには、冷媒集中による厚い冷媒液膜が生成する反面、b、dのラインに属する逆向きのV字結合部7の内側領域においては、冷媒液膜が薄くなるため、冷媒が蒸発した後の冷媒の補充が不足するようになる。

【0010】このため、V字結合部7の内側領域では、液膜が蒸発した部分にドライアウト現象が発生し、これを原因とした伝熱面積の減少のために伝熱管全体としての蒸発性能が不足するようになる。以上の現象は、冷媒を逆方向に流したときにも発生し、その場合、V字結合部6および6a-6bとV字結合部7は、上記とは逆の関係になる。

【0011】従って、本発明の目的は、伝熱管全体において蒸発および凝集性能に優れる内面溝付伝熱管を提供することにある。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の目的を達成するため、金属管の内面の円周方向において、前記金属管の軸方向と所定の角度を有して形成された複数のフィンより構成される第1の領域と、前記軸方向と所定の角度を有して形成され、前記第1の領域の前記フィンとの間で前記軸方向に対してV字を形成した複数のフィンより構成される第2の領域を備え、前記第1および第2の領域の前記複数のフィンは、所定の個所に切欠部を有することを特徴とする内面溝付伝熱管を提供するものである。

【0013】上記の切欠部は、第1および第2の領域を構成するフィンに対してランダムに形成してもよいが、複数のフィンが管軸方向との間に有する角度と対向する関係の所定の角度より形成される直線上に設けることが好ましい。また、その場合、所定の角度としては、フィンの形成角度と絶対値を同じに設定することが好ましく、このように構成するときには、管全体の蒸発性能をより均質化することができる。

【0014】第1および第2の領域の複数のフィンの管軸方向との角度は、 $15 \sim 40^\circ$ に設定すべきである。角度が $15^\circ$ 未満になると、V字結合部での冷媒流衝突による攪拌効果が低下するようになるので好ましくなく、一方、 $40^\circ$ を超えると、V字結合部での攪拌効果が向上するものの、蒸発圧力損失が大きくなって伝熱管の冷媒出入口での温度差が大きくなり、熱交換器としての効率が低下するようになるので好ましくない。より望ま

しい角度としては、 $24 \sim 35^\circ$ に設定することができる。

【0015】フィンの高さは、下限においては十分な冷媒流を確保し、上限においては溝付ロールによるフィンの加工性を確保する意味から、 $0.1 \sim 0.3$ mmの範囲内に設定することが好ましい。一方、これに形成される切欠部は、フィンの高さ一杯に形成してもよいが、多くの場合、フィンの上部よりフィンの高さの40%以下を占めるように形成される。切欠部の深さの好ましい最低値は、フィンの高さの30%である。

【0016】フィンへの切欠部の形成ピッチは、フィンの形成ピッチの1～3倍であることが好ましい。この倍数が1を割ると、切欠部の占有が大になり、伝熱面積の減少に繋がるようになるので好ましくない。また、倍数が3を超える場合には、ドライアウト部への冷媒の補給が不足するようになり、切欠部形成の意味が失われる傾向となる。

【0017】第1の領域と第2の領域は、円周方向に合計3～8個形成することが好ましい。形成数が3個に満たない場合には、冷媒衝突による攪拌効果に充分なものが得られず、逆に、8個を超えて形成する場合には、圧力損失が大きくなるので好ましくない。また、合計数の上限を超えることは、伝熱管を製造するうえからも好ましくなく、9以上の合計数の設定は、フィンの大きさにより外径が制約されるフィン形成のための溝付ロールの耐久性に悪影響を及ぼすようになる。より好ましい合計数は、4～6個である。

【0018】第1および第2の領域の合計数を奇数に設定するときには、冷媒の流し方を正、逆いずれにしても伝熱特性に差が現れない。従って、伝熱管に無方向性を持たせるときには、領域の合計数を奇数に設定すればよく、これにより配管ミス等の発生を未然に防止することが可能となる。

【0019】第1と第2の領域の境界部に管軸方向に沿う溝を形成し、この溝において傾斜溝に流れる冷媒の衝突を起こさせる構成が考えられる。このように構成するときには、冷媒が溝を通じて管軸方向へ流れやすくなるため、蒸発圧力損失を低減できる効果が生ずるようになる。蒸発圧力損失が低下すれば、システムとしてのエアコン等の総合性能の向上に繋がることになる。この溝の幅は、多くの場合 $0.2 \sim 0.7$ mmに設定される。

## 【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明による内面溝付伝熱管の実施の形態を説明する。図1の(a)は、銅合金のシームパイプより構成された溝付伝熱管の内面の一部を円周方向に展開したものであり、1は第1の領域を構成する複数のフィン、2は第2の領域を構成する複数のフィンを示し、これらの第1および第2の領域は、交互に計4個配置されている。

【0021】フィン1および2は、金属管の軸方向Aに

対して所定の角度 $\beta 1$ および $\beta 2$ を有することによって管軸方向Aに対してV字を形成しており、それぞれ、同じに設定されたピッチP1およびP2に基づいて配列されている。3はフィン1、1および2、2によって形成された傾斜溝、aおよびeは、伝熱管として円形に丸めたときに互いに溶接される溶接位置を示す。

【0022】図1の(b)は、図1の(a)のC-CおよびD-D断面を示したもので、厚さTwの底肉部4の上に、フィン1、2が所定の高さHf(0.1~0.3mm)と所定の頂角 $\alpha$ を有するように設けられている。一方、図1の(c)は、図1の(a)のE-EおよびF-F断面を示し、フィン1、2の上部には、深さがh(フィンの高さHfの40%以下)の切欠部5が形成されている。

【0023】図1の(a)に示されるように、この切欠部5は、フィン1および2の形成ピッチP1およびP2の1~3倍に相当するピッチP3およびP4に基づいて形成されており、さらに、フィン1および2が管軸方向との間に有する角度 $\beta 1$ および $\beta 2$ と対向する角度 $\beta 3$ および $\beta 4$ により形成される直線上において、フィン1、2の所定の個所に形成されている。そして、これらの角度 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ と $\beta 3$ 、 $\beta 4$ は、絶対値を同じにしており、これにより円周方向における均等な冷媒の流通性が確保されている。

【0024】図2は、以上の構成に基づく冷媒の流れを示したものである。矢印Gの方向に冷媒が流れると、傾斜溝3には、fで示される冷媒流が生ずるとともに、切欠部5を通る冷媒流gが発生する。この結果、cのラインのV字結合部6、およびa-e溶接部に位置するV字結合部6a-6bには、従来と同じように冷媒流fが集まることになり、一方、b、dのラインに属するV字結合部7の内側領域にも、切欠部5の冷媒流gに基づく冷媒が供給されることになる。

【0025】従って、V字結合部7においては、逆向きであるにも拘わらず冷媒が枯渇することがなくなり、この部分におけるドライアウト現象の発生は未然に防止されることになる。この結果、ドライアウト現象を原因とした伝熱面積の減少が生ずることがなく、優れた蒸発性能と優れた凝縮性能を備えた内面溝付伝熱管を構成することができる。

【0026】特に、本実施の形態においては、フィン1、2の形成角度 $\beta 1$ および $\beta 2$ と切欠部5の形成角度 $\beta 3$ および $\beta 4$ を同じに設定しているため、冷媒流gの配置が均等となり、従って、全体として均質な蒸発性能と凝縮性能を備えた内面溝付伝熱管の構成が可能となる。なお、図示されるように、切欠部5をV字結合部7の先端に設ける構成は、冷媒の供給が効率化するので好ましい。

【0027】図3は、本発明による内面溝付伝熱管の他の実施の形態を示し、第1および第2の領域の合計数を

5に設定した例である。この構成の伝熱管は、冷媒流に方向性を生じさせない特徴を有する。たとえば、図1のように、第1の領域と第2の領域の合計数を偶数に設定した場合、溶接されるa-eのラインに形成されるV字結合部を含めると、正逆いずれの方向にもV字結合部6およびV字結合部7の総数は同じとなる。

【0028】しかし、詳細に見ると、一方に流れるときにはa-eのラインに溶接ビードの影響を受けたV字結合部6が存在するのに対して、他方に流れるときにはそのようなV字結合部6が存在しない。従って、これらの両方向における冷媒流を比較すると、溶接ビードの影響において差が生ずるようになり、当然、これによる伝熱性能にも違いが生ずるようになる。

【0029】一方、これに対して図3の場合には、第1および第2の領域の合計数が奇数であるため、a-eの溶接部にV字結合部6が形成されず、しかも、溶接ビードによる影響がa-eを境にして直線的に伸びる傾斜溝3に対してのものとなるため、いずれの方向に冷媒が流れても同じ冷媒流となり、同じ伝熱性能となる。従って、この構成の伝熱管の場合には、伝熱管の設計と製造、あるいは熱交換器を組み立てるときに伝熱管の方向に注意を払う必要がなくなるとともに、配管ミスが発生しなくなる。

【0030】図3において、8は第1および第2の領域のフィン1、1および2、2の境界部に管軸方向Aに沿って形成された溝を示す。この溝8には、V字結合部6に集中して衝突した冷媒を伝熱管の長さ方向に逃す作用があり、従って、これにより蒸発圧力損失を減少させる効果を生む。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による内面溝付伝熱管によれば、伝熱管の軸方向に対してそれぞれ所定の角度で配列され、伝熱管の軸方向に向かって互いにV字を形成する複数のフィンより構成される第1および第2の領域を伝熱管の円周方向に配置した内面溝付伝熱管において、第1および第2の領域を構成する複数のフィンの所定の位置に切欠部を形成するため、この切欠部を通して冷媒の集中しない逆向きのV字結合部にも冷媒が供給されることになり、従って、この部分での冷媒の蒸発を冷媒を切らすことなく行わせることができる。従来の内面溝付伝熱管において発生させていた冷媒不足によるドライアウト現象とそれによる伝熱面積の減少問題を効果的に解決することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による内面溝付伝熱管の実施の形態を示す説明図であり、(a)は円周方向の展開図、(b)はそのC-CおよびD-D断面図、(c)はE-EおよびF-F断面図を示す。

【図2】図1の内面溝付伝熱管の冷媒の流れを示す説明図。

【図3】本発明による内面溝付伝熱管の他の実施の形態を示す説明図。

【図4】従来の内面溝付伝熱管を示す説明図。

【符号の説明】

1、2 フィン

\* 3 傾斜溝

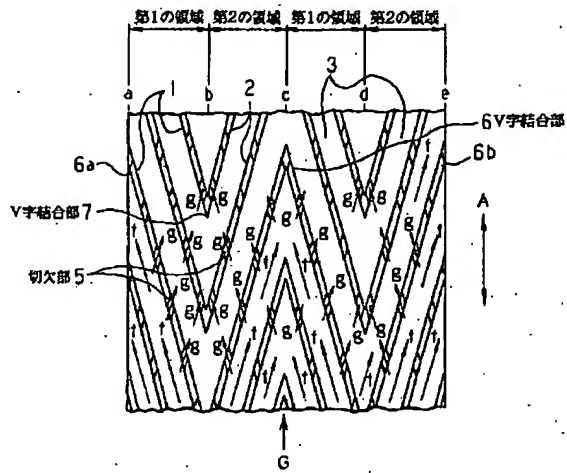
5 切欠部

6、7、6a-6b V字結合部

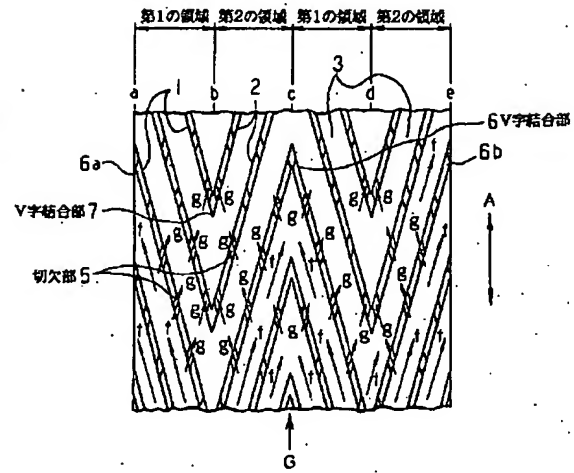
8 溝

\* f、g 冷媒流

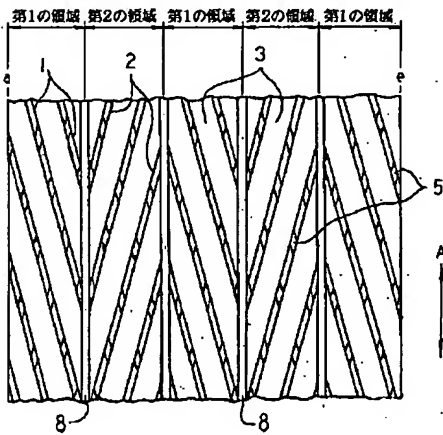
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

